



TITLE:

体外衝撃波による腎尿管結石破碎術(Extracorporeal Shock-wave Lithotripsy:ESWL)の臨床的検討 第1報:ESWL 1,000例の治療成績

AUTHOR(S):

東, 義人

---

CITATION:

東, 義人. 体外衝撃波による腎尿管結石破碎術(Extracorporeal Shock-wave Lithotripsy:ESWL)の臨床的検討 第1報:ESWL 1,000例の治療成績. 泌尿器科紀要 1988, 34(12): 2073-2081

ISSUE DATE:

1988-12

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/119822>

RIGHT:

# 体外衝撃波による腎尿管結石破砕術 (Extracorporeal Shock-wave Lithotripsy: ESWL) の臨床的検討

第1報: ESWL 1,000例の治療成績

医仁会武田総合病院泌尿器科 (主任: 東 義人)

東 義 人

## CLINICAL STUDY OF EXTRACORPOREAL SHOCK-WAVE LITHOTRIPSY (ESWL) FOR RENAL AND URETERAL STONES

THE FIRST REPORT: END-RESULTS of 1,000 CASES

Yoshihito HIGASHI

*From the Department of Urology, Ijinkai Takeda General Hospital  
(Chief: Dr. Y. Higashi)*

Between April, 1985 and May, 1987, we experienced 1,000 cases of extracorporeal shock-wave lithotripsy (ESWL) using a Dornier HM3. In the treatment of smaller stones, no auxiliary treatment was required. On the other hand, endourological treatments such as percutaneous nephrostomy, percutaneous nephroureterolithotomy, transurethral ureterolithotripsy or double J catheterization were combined in the treatment of larger stones. Sixteen percent of the cases were stone-free at the time of discharge from hospital but after more than 3 months 58.4% were stone-free, and including cases with insignificant residual fragments, the outcome was good in 84.2%. As major complications, cerebral bleeding due to autonomic nerve hyperreflexia was observed in one spinal cord injury patient, but generally speaking, the frequency of complications after ESWL was lower than after open surgery and the post ESWL period was rather comfortable for the patient.

Surgical therapy for renal and ureteral stones will be performed mainly by ESWL. Manipulations of post-ESWL stone street or residual fragments are important, and detection of late complications is also important.

(Acta Urol. Jpn. 34: 2073-2081, 1988)

**Key words:** ESWL, Renal stone, Ureteral stone, Endourology

### 緒 言

腎結石や尿管結石などの尿路結石症は、泌尿器性疾患、前立腺疾患と並ぶ泌尿器科領域の主要疾患の一つであり、幼小児から老人にいたる、幅広い年齢層にみられる疾患である。わが国における尿路結石症の生涯罹患率は3.96%、すなわち25人に一人は、一生のうちに一度は尿路結石症にかかるといわれている<sup>1)</sup>。厚生省の国民健康調査によると1975年の年間有病率は、人口10万対69.4であり、糖尿病の約1/3となっている。尿路結石の多くは保存的に、すなわち水分摂取と薬物による治療が行われており、手術的治療は19.1%に行われてきた<sup>1)</sup>。

尿路結石に対する手術的治療法は従来腎盂切石術や尿管切石術などといった、開放手術が主流であった<sup>1)</sup>。こういった手術法は、珊瑚状結石や複数個結石の症例、あるいは再発症例などでは、手術侵襲が大きく、入院が長期にわたることもあり、さらに術後の残石や腎機能障害など、問題点も多かった<sup>2)</sup>。また老人や他疾患を合併した、いわゆるハイリスク患者などでは、手術適応から除外されることもあった。

1980年代初め頃より登場した経皮的腎尿管切石術 (percutaneous nephroureterolithomy; PNL と略す) や経尿道的尿管砕石術 (transurethral ureterolithotripsy; TUL と略す) などの内視鏡手術<sup>3-5)</sup>は、比較的侵襲の少ない治療法として、わが国に急速に普

及したが、その技術取得はかなり困難なものであった。さらに、結石の部位や形態によって、到達不可能で碎石できない場合もあり、時には大出血や尿管損傷などの術中合併症<sup>9,10</sup>のため緊急処置を必要とするなど、安全性および確実性の点で、開放手術を凌ぐまでには至らず、現在も軟性鏡による治療法の改良に研究が続けられている<sup>11</sup>。

1980年、西独で開始された体外衝撃波による腎尿管結石破砕術 (extracorporeal shock-wave lithotripsy; ESWL と略す) は、皮膚や筋肉、腎実質などに切開を加えることなく、結石を粉々に破砕し、尿とともに体外に排出させるというもので<sup>9,10</sup>、腎尿管結石に対する非侵襲的な治療法として全世界に注目され、1984年9月わが国にも導入された<sup>12</sup>。本法は、初めのうちは、尿路閉塞や尿路感染のない、そして内科的疾患のない患者で、サクランボより小さく、X線に映りやすい腎結石症例に限って治療が行われたが、しかるべき前処置により、徐々に適応がひろがり、サクランボ大より大きい結石の破砕も可能となったと紹介された<sup>13</sup>。

結石治療に限らず、すべての治療に共通することであるが、手術せずに治療できるならば、これほどに理想的な治療法はない。しかしながら、結石破砕の確実性、破砕後に生じる破片の排石に際しての尿管閉塞の問題点、腎および周囲組織に対する合併症の問題点など、検討すべき項目が少なからず存在していると思われる。そこでわれわれは、1985年4月より、西独ドルニエ社製の腎尿管結石破砕装置 (Dornier HM3) を用いて ESWL を開始し、これまでに1,000例の症例に対して治療を行い、その治療成績や合併症、問題点などについて検討する機会を得たので、具体的な治療上の問題点や結石治療における今後の位置付けなどとともに考察し、報告する。

## 方 法

### 治療原理

Dornier HM3 による ESWL は、結石患者をストレッチャーに固定して、38°C 前後の浴槽内に吊り下げた後、浴槽の底に設置した一対の電極を約2万ボルトにてスパークさせることにより生じる衝撃波を、楕円体反射鏡にて一点に集中させ、そこにフォーカスさせた結石を粉々に破砕せしめるものである。破砕により生じた破片は、以後尿とともに体外に排出される。なお結石のフォーカスにはX線透視を用いる。

### 前処置

ESWL 前に尿路感染を有する者に対して、原則と

して抗生剤投与を行った。また前日の輸液量を1,000 ml, ESWL 当日に2,000 ml, 翌日1,000 ml とし、さらに、飲水と運動療法を勧めた。

麻酔は主として硬膜外麻酔を行った。側彎症や腰椎圧迫骨折既往者、あるいは脊損患者、精神疾患を有する患者など、穿刺が困難な症例には全身麻酔を行った。また脊損患者の4名に対して、無麻酔にて ESWL を行った。

### 治療方法

(1) 小さい腎結石：直径2 cm 以下のX線に映る腎結石の場合、ESWL 前後に特別な処置を行わなかった。

(2) 大きい腎結石：珊瑚状結石や腎内複数個結石、単数個でも長径4 cm 以上の結石など、破砕すべき結石の体積が大きい場合、ESWL に先立って PNL を行い、その残石に対して ESWL を行った。この場合、腎瘻のルートは1本にとどめた。

PNL が困難である症例や、長径2~4 cm の中等大の結石症例には、ダブルJカテーテルを留置して、ESWL を行った。

PNL やダブルJカテーテル留置にもかかわらず、尿管内に結石破砕片の停滞、stone street (SS と略す) が生じた場合には、経皮的腎瘻造設術 (PNS と略す) や TUL にて対処した。

(3) 尿管結石：腸骨稜より上方の上部尿管結石および膀胱近辺の下部尿管結石に対して、ESWL を行った。骨盤に重なった中部尿管結石の場合、尿管カテーテルなどにより腸骨稜より上方への移動が可能な場合のみ ESWL を行った。

なお、尿管結石の破砕を、よりスムーズに行うため、ESWL 前に尿管カテーテルを用いて結石を腎内に移動せしめた。それが不可能な場合、UPJ 尿管閉塞バルーンカテーテルを留置し、ESWL 術中に生食を注入し、その水圧により結石破片をほぐした。あるいは、少なくとも尿管カテーテルを留置し、X線によるフォーカスを容易にした。

(4) 両側結石：両側に結石を有する場合、両側のSSによる無尿を避ける意味で、左右別々に ESWL を行った。ただし、一方が非常に小さい結石の場合や、腎瘻カテーテル、ダブルJカテーテルなどを留置している場合には両側同時に ESWL を行った。

(5) 単腎症例：開始当初の8例に対して、前処置を行わず ESWL を行い、また以後の8例に対しては、ESWL 前に PNL やダブルJカテーテル留置を行った。なお常に尿量に注意し、PNS や TUL がいつでも行えるよう対処した。

(6) X線陰性結石：X線によるフォーカスを可能とするため、逆行性腎盂造影や排泄性腎盂造影などを併用した。

なおいずれの症例も、1回の治療にさいして、投与衝撃波数を最高2,400発までとし、破碎不十分と思われる場合、数日おいて追加治療した。

破碎十分にて、スムーズな排石が可能と判断された時点で退院とし、以後外来経過観察とした。

## 対 象 症 例

1985年4月より1987年5月までの2年余りの期間に1,000例に対してESWLを行った。そのうち73.6%が男性例であり、年齢は8歳～82歳、平均45.4歳であり、男女ともに30～50歳代が多かった。

患側は、右側が40%、左側が49%、そして11%が両側結石症例であった (Table 1)。また、1,110疾患のうち、部位および形態の内訳は、Table 1のごとくであった。

Table 1. Profile of 1,000 patients treated between Apr. 1985 and May. 1987.

men 736, women 264, age 8~82 (mean 45.4) right 404, left 486, bilateral 110		
staghorn calculi	91	( 8.2%)
renal stone (multiple)	139	(12.5 )
renal stone (solitary)	446	(40.2 )
ureteral stone	354	(31.9 )
renal + ureteral stones	80	( 7.2 )
total	1110	( 100%)

## 結 果

(1) 内泌尿器の処置 (Endourology): ESWL 前に行った処置として、大きい腎結石に対する PNS, PNL がそれぞれ: 12例, 35例。また主として尿管結石に必する UPJ 尿管閉塞バルーンカテーテルを含む尿管カテーテルの留置が 472 例、さらにダブル J カテーテルの留置が 57 例あった (Table 2)。

ESWL 後に行った処置として、PNS を行ったのは単腎症例の腎後性無尿 1 例と、珊瑚状結石症例の SS に対する 2 例の計 3 例であった。

ESWL 後に PNL を行ったのは、破碎不成功であった尿管結石症例 6 例と珊瑚状結石症例 1 例の計 7 例であった。さらに完全珊瑚状結石の症例で、ESWL の前後に PNL を行ったのが計 7 例であった。

ESWL 後に TUL を 35 例に行ったが、破碎不成功であった尿管結石 5 例に対するものと、SS や尿管に下降した比較的大きい破片に対するもの 30 例とであった。うち 1 例は単腎症例に対する ESWL 後、SS により腎後性無尿となった症例である。

その他尿管口切開 4 例、尿管カテーテルにて SS をほぐす処置を行ったのが 15 例あった (Table 2)。

(2) 治療経過: 1,000 例, 1,110 疾患に対して、合計 1,333 回の ESWL を行った。全体では、平均治療回数 1.3 回、平均衝撃波数 1,570 発、浴槽内での治療時間 43 分、そして平均入院日数は 10 日であった。こういった治療経過の指標を、珊瑚状結石群、腎内複数個結石群、腎内単数個結石群、尿管結石群、腎・尿管結石群、両側結石群の 6 群に分けて Table 3 に示す。

(3) 経過観察: 治療後 3 カ月以上経過した者に対して、排石状態、身体の異常の有無などについて調査した。

退院後、当院に通院していた者が 36%、他院に通院していた者が 54% であった。一方、術後の経過観察がなされていない者が、残石を有する者も含めて 10% あった。

(4) 排石結果: 退院時すでに完全排石していた者は全体で 16% にすぎなかったが、3 カ月以上経過すると、58% が完全排石していた。さらに残石わずか、完全排石が期待できる者を含めると、84% がほぼ満足すべき状態であった (Fig. 1)。逆に、破碎良好であるが、残石多量が 4.8%、破碎不十分 (直径 4 mm 以上) で追加治療の必要な症例が 1.8%、残石状態不明が 9.2%

Table 2. Combined techniques of endourology (%)

	before ESWL	after ESWL	total
PNS	12 ( 1.1)	3 ( 0.3)	15 ( 1.4)
PNL	35 ( 3.2)	14 ( 1.3)	49 ( 4.4)
TUL		35 ( 3.2)	35 ( 3.2)
meatotomy	1 ( 0.1)	4 ( 0.4)	5 ( 0.5)
catheterization	472 (42.5)	15 ( 1.4)	487 (43.9)
double J catheter	57 ( 5.1)		57 ( 5.1)
total	577 (52.0)	71 ( 6.4)	648 (58.4)

PNS = Percutaneous nephrostomy

PNL = Percutaneous nephrolithotomy

TUL = Transurethral ureterolithotripsy

Table 3. Mean value of ESWL sessions, shock waves, treating time (min) and hospital stay (day)

	session	shock-wave	time(min)	stay(day)
staghorn (n= 79)	2.1	3040	79	23
renal(multiple) (n= 94)	1.4	1700	47	11
renal(solitary) (n=347)	1.1	1130	30	8
ureteral (n=313)	1.2	1260	35	7
renal+ureteral (n= 57)	1.4	1860	51	9
bilateral (n=110)	1.8	2480	70	16

## Results (%)

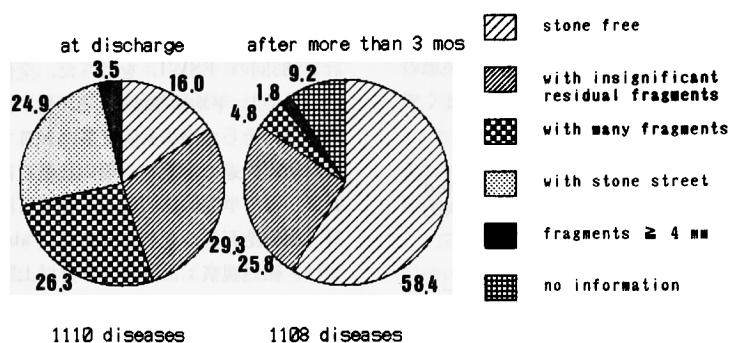


Fig. 1. Results of ESWL

Table 4. Results after more than 3 months

	staghorn (n=91)	renal stone multiple (n=137)	solitary (n=446)	ureteral stone (n=354)
stone free	46.2%	32.8%	61.9%	69.2%
with insignificant residual fragments	36.3	47.4	22.4	16.1
with many fragments	12.1	9.5	5.2	1.1
fragments $\geq 4$ mm	2.2	2.9	0.9	2.0
no information	3.3	7.3	9.6	11.6

Cases of renal+ureteral stones were excluded.

であった。なお、ここに述べた結果は endourology を併用した治療結果である。

結石群別では、尿管結石群の排石率が最も良く、完全排石69.2%、残石わずか16.1%で、合計85.3%がほぼ満足すべき結果を得た (Table 4)。完全排石率が最も悪いのは、腎内複数個結石群であり、3カ月以上経過しても、完全排石が32.8%であった。一方、残石わずか47.4%あり、計80.2%が満足すべき結果であった。

(5) 残石：破碎が不成功にて、PNLもしくはTULを行ったのは、尿管結石の11例と珊瑚状結石（軟結

石）の1例であった。尿管結石破碎不成功例のうち、TULの術中、結石が腎内に逆行して、ESWLを追加した症例が2例あったが、いずれも容易に破碎された。

Table 5. Analgesics after ESWL

epidural anesthesia	0.3%
pentazocine i.m.	8.3%
indomethacin supp.	34.8%
.....	
no need of analgesics	16.8%
no pain at all	39.8%

Table 6. Fever after ESWL

	≥38°C (≥39°C)	
bacteriuria (-) before ESWL	6.3% (1.4%)	n=814
pre ESWL antibiotics (-)	5.3% (0%)	n=113
" (+)	6.5% (1.6%)	n=701
bacteriuria (+) before ESWL	21.4% (6.6%)	n=168
pre ESWL antibiotics (-)	26.7% (6.7%)	*n=45
" (+)	19.5% (6.5%)	n=123

\*In two cases, high fever was observed immediately after ESWL, and blood culture revealed E.coli and P.aeruginosa, respectively.

残石がしばしばみられたのは比較的細い頸部を有する下腎杯結石の症例であった。また腎盂腎炎を繰り返した後の、複雑な腎盂腎杯の形態を有する腎内にも残石が多く見られた。また結石破片が尿管粘膜などにこびりついて、残る場合も多くみられた。

#### (6) 入院中の副作用・合併症

① 衝撃波の直接作用:ほとんどの症例で、衝撃波の侵入部位の皮膚に発赤がみられたが臨床的にあまり問題とならなかった。また、ほぼ全例に血尿をみたが、いずれも程度は軽く、ほとんどが1~2日で軽快した。

無麻酔にて行った脊損患者4名のうち1名に、自律神経過反射による高血圧性の脳出血を来した。この患者は、3日目よりベッド上での運動療法を開始したが、腸閉塞の併発により、10日目に死亡した。

なお、ESWL後に腎被膜下血腫を認めたが、これについては、続報にて述べる。

② stone streetによるもの カテーテル留置を行わずにESWLを行った単腎症例8例のうち2例に、治療後24時間以内に腎後性無尿がみられ、PNSあるいはTULにて対処した。また、対側の腎機能低下を有する症例で、腎盂から膀胱に至るSSを形成し、腎機能障害を呈した症例1例に対し、PNSを行った。

その他、1例に結石破片を腎盂外に認め、ESWL後のいずれかの時点で、腎盂外溢流が生じたものと思われた。しかしながら、それを思わせる疼痛などの症状は、全治療経過においてみられなかった。

③ 疼痛:術後、ESWLそのものによると思われる腰痛や、結石破片の下降によると思われる腹痛、硬膜外麻酔の穿刺部痛、尿管カテーテル留置によると思われる尿道痛など、さまざまな疼痛の訴えがみられた。これらの疼痛に対し、何らかの鎮痛剤を必要とした者は合計43%であったが、多くは坐薬で対処できた(Table 5)。また、16.8%は疼痛を感じたものの、鎮痛剤は不要であり、39.8%は全く疼痛を感じなかった。

④ 発熱:術前、尿中細菌陰性であった症例では、術前の抗生剤投与の有無に関係なく、38°C以上の熱発率は、6%前後であった。一方、術前に尿中細菌陽性であった症例のうち抗生剤の前投与をせずに治療した場合、熱発率は、26.7%、あらかじめ抗生剤投与を行った場合でも19.5%と熱発率は高かった(Table 6)。ことに、抗生剤の前投与を行わなかった症例の2例に、ESWL直後より39°C以上の高熱と悪寒戦慄がみられ、血液培養にて緑膿菌および大腸菌を検出した。いずれの症例も、まだSSを生じていない段階での発熱である。

⑤ 関連性不明のもの 消化性潰瘍既往者1名にESWLの数日後にタール便を認めた。またESWL後発熱および呼吸器症状をきたし、突発性心外膜炎と診断された者が1名あった。いずれも、ESWLとの関連性は不明であった。

(7) 退院後の症状:退院後、77%の者は経過順調にてまったく何も異常を訴えなかった。一方排石痛や腰痛、硬膜外麻酔の穿刺部痛など、何らかの疼痛を訴えた者がのべ21%あった。そのうち1名、ESWL後1

Table 7. Symptoms after discharge from hospital

none	766	(77%)
pain	205	(21%)
lumbar pain	88	
colic of fragments	72	
site of epidural puncture	32	
headache	13	
fever	27	(3%)
others	21	(2%)
cardio vascular	10*	
intestinal	4	
dullness	3	
urinary retention	2	
cerebral infarction	2**	
no information	12	(1%)

34 patients complained of more than two symptoms.

\*One patient died from cardiac infarction a year after ESWL. \*\*Recurrence of cerebral infarction in two cases.

年以上経過しても腰痛が持続していたが、原因不明であった (Table 7)。

退院後 38°C 以上の発熱をきたした者が27名 (3%) あった。また、心筋梗塞既往者で1年後に心筋梗塞の再発にて死亡した者1名、脳血栓症の再発を来した者が2名であった。その他、高血圧の術前からの持続、下痢や便秘などの消化管症状、倦怠感、頻尿や尿閉などの排尿障害などを訴える者があったが、排尿障害を除いて、いずれも ESWL との関連性は不明であった。

## 考 察

1985年4月以降、約2年間に1,000例の症例に対して ESWL を経験したが、この1,000例の治療経験に基づいて、結石の破砕効果や破砕片の排出状況、治療後の合併症や退院後の問題点などを検討し、Dornier HM3 を用いた ESWL の治療効果や安全性などについて検討する。さらに、ESWL の適応や問題点、ならびに今後の結石治療における ESWL の位置付けなどについて、以下のごとく考察する。

まず、結石の破砕効果ならびに排石状態についてであるが、直径 2 cm 以下の小さい腎結石の場合、ESWL による結石の破砕は容易であり、砂粒の量も比較的少ないことから、排石も通常短期間にみられ、ESWL による治療が容易であった。一方、珊瑚状結石や複数個結石など、破砕すべき結石の体積が大きくなるに従って、完全破砕までに必要な治療回数、治療時間ならびに衝撃波数が増加した。また、ESWL 後に生じる砂粒の量も多く、排石段階で尿管内に停滞して stone street (SS) を生じ、閉塞性の腎機能障害をきたす恐れがあった。こういった体積の大きい結石では、ESWL 単独療法では問題が多く、後述するように、PNL や TUL などの endourology の併用が重要であった。

結石のサイズ以外の要因として、ESWL が困難であるものとして注目されたのは、尿管粘膜に埋没した結石である。ESWL 後の TUL にて判明したことであるが、これには破砕が不成功である場合と、破砕されても下降しない場合とがあった。破砕が不成功であるのは、Mueller らが述べるように<sup>13)</sup>、尿管粘膜と結石の間に隙間がなく、そのため破砕片が結石表面から離脱しないため、以後の衝撃波を吸収して、結石内部に破壊力が浸透しないためであろう。また、破砕されても、破砕片が下降しないのは、飛び散るスペースがないためであり、UPJ 閉塞バルーンカテーテルからの生食の注入により破砕片をほぐすと ESWL の効

果が増す所以である。同様のサイズの腎結石が破砕容易であることを考慮すると、Lingeman からも述べるように<sup>14)</sup>、ESWL の術前処置として、尿管結石の腎内への移動が非常に重要であると思われた。

次に、破砕片の尿管内下降の問題点であるが、体積が大きい結石の場合、破片の量も多く、尿管内に停滞し、SS を生じやすかった。SS が生じると、Hardy からも述べる<sup>15)</sup>ごとく、たとえ自覚症状がなくても、閉塞性の腎機能障害などを合併する危険性が高く、早期の治療が必要である。そこでこういった結石に対しては、ことに排石路を確保するといった意味から、ESWL に先立っての PNS や PNL が有効であった。また、あくまでも非侵襲的な治療を行う意味から、ESWL 前にダブル J カテーテルの留置は有効であり、珊瑚状結石などでも比較的体積の小さい症例では、ESWL 単独療法が可能であった。しかしながら、それでも大量の破砕片が尿管を下降するわけであり、また、カテーテル内にも破砕片がつまり、尿路通過障害をきたす危険性は有り、常に TUL にて対処する用意が必要である。

ここに述べた小さい腎結石と大きい腎結石との間に明瞭な境界はないが、長径 2~4 cm がボーダーラインと思われ、こういった結石に対して ESWL を行うにあたっては、PNS、PNL、TUL といった内泌尿器的処置が何時でも行える体制が必要である。

次に、排石結果についてであるが、完全排石は全体で 58%、残石わずかで自然排石可能なものを含めた、ほぼ満足できうる症例の割合は 84% であった。この成績は、アメリカ合衆国の共同研究<sup>16)</sup> (66.2%, 93.5%) や我が国での共同研究<sup>17)</sup> (79%, 96%) に比較するとやや低い値である。しかしながら、経過不明が約 9% あり、彼らが経過良好なために通院していないとすれば、成績はもう少し上昇するものと思われる。また、経過観察期間を長くすれば、さらに成績は上昇するものと思われる。従って完全排石率が 70~80%、満足できうる症例が 90% 以上といったところが ESWL の平均的な成績と考えられる。

ESWL は、退院時点で治療を終了するとは限らず、退院後も残石に対して治療を続ける場合が多く、開放手術の時代、ほとんどの症例が退院時点でほぼ治療状態であったのとは異なった様相を呈する。そういった点では、残石の運命として、仮性再発あるいは増大といった問題点は、ESWL がもたらす重要な課題であろう。しかしながら、ESWL が非侵襲的な治療法であり、後述のように合併症の少ない安全性の高い治療法であるということ、さらに、繰り返して治療を行えると

いったことを考慮すると、経過観察さえ十分に行えば、残石を有する状態での退院は、さほど大きな問題点とはならないであろう。

ESWL 開始当初、適応症例は腎盂の小結石に限られていたが<sup>10)</sup>、endourology の併用によりその適応範囲は年々拡大してきた。尿酸結石のようにX線に映りにくい結石は、RP や DIP の造影法を併用することによりフォーカスが可能であるし、出血性素因を有する症例も、前処置により<sup>18)</sup>、また心臓ペースメーカー使用患者にも特別な処置を施すことなく安全に治療ができることがわかった<sup>19)</sup>。

一方、極端に肥満の者で、結石が焦点深度内 (Dornier HM3 の場合、12.5 cm) に存在しない場合は、ESWL ができない、また、硬膜外麻酔や脊髄麻酔、全身麻酔のいずれもが不可能な患者は、Dornier HM3 では安全快適な治療ができない。さらに、ESWL 後の経過、ことに SS への対処を考慮した場合、PNL や TUL が非常に困難な乳幼児に対する ESWL はことに慎重でなければならない。尿管結石のうち、骨盤骨に重なった中部尿管結石は、背面よりの衝撃波の到達が不可能であり、腹部からの照射の検討がなされている<sup>20)</sup>。またシスチンやシュウ酸カルシウム結石 (一水化物) は非常に硬く、ESWL 単独ではかなり破砕困難である。しかしながら、ここに述べたもののうち、中部尿管結石の症例を除いて、こういった治療困難な症例は比較的稀であり、言いかえれば、endourology の併用療法が可能な施設であれば、腎尿管結石のほとんどの症例に対して、ESWL を中心とした結石治療が可能といえよう。

ESWL 後の合併症として、肉眼的血尿がほぼ全例にみられた。その原因として、結石破片の散乱、尿管カテーテルの留置などが考えられるが、Dornier HM3 を用いた総胆管結石に対する ESWL の後にも肉眼的血尿をみた<sup>21)</sup>ので、衝撃波の直接作用としての腎出血の要因も考慮しなければならない。しかしながらその程度はわずかであり、臨床的にあまり問題とならなかった。

ESWL 後の疼痛は、衝撃波による腰部筋肉痛や尿管カテーテル操作による膀胱部痛、硬膜外麻酔の穿刺部痛や排石痛など、さまざまな要素が関与していると思われたが、いずれにせよ鎮痛剤を必要としたのは半数以下であった。また使用した鎮痛剤は、多くは坐薬であり、従来の開放手術に比較して、はるかに疼痛の程度の軽い治療法であることがわかった。

発熱に関しては、尿中細菌陽性例のうち、ESWL の術前に抗生剤投与を行わなかった45例中2例に、

ESWL 直後の血液培養にて細菌を検出した。Lazare ら<sup>22)</sup>は、ESWL 術中に腎盂壁が収縮して腎盂内圧が上昇し、そのため細菌の血中への散布が生じると考え、術前の抗生剤の予防的投与を推奨している。われわれも、術前の抗生剤投与を行った症例では、ESWL 直後の高熱例はみられず、菌血症が予防できた。

脊損患者の尿路感染に伴う結石合併は高頻度に見られ、ESWL による治療が最も威力を発揮する疾患群であり、Spirnak ら<sup>23)</sup>も、術中のモニターさえ注意深く行えば、無麻酔にて治療が可能であると報告している。われわれも、自律神経過反射による脳出血の1例を経験して以後、術中の動脈ラインの確保による血圧変動の早期発見により、合併症の再発防止に努めている。

ESWL 後、Kaude ら<sup>24)</sup>はMRIにて38例中9例に、またKnapp ら<sup>25)</sup>は、3,620例中24例 (0.66%) に腎被膜下血腫を認め、高血圧を伴う者にその発生頻度が高いと報告している。この項目については、統報にて述べる。

晩期合併症として、ESWL 後の高血圧が報告された<sup>26)</sup>が、われわれの経過観察では、高血圧症を訴える者は、すべて術前にも指摘されており、ESWL との関連性は不明である。

このように、ESWL は、血尿や疼痛、発熱、腎被膜下血腫、さらに SS に伴う尿路通過障害など、さまざまな要素を有する治療術式であり、また、晩期合併症についても未知な要素を秘めたものであることが分る。しかしながら、ESWL そのものによる重篤な合併症の発生頻度は、従来の開放手術や PNL, TUL といった術式に比較して低く、また前処置などにより、十分予防できることが分った。従って直径 2 cm 以下の小結石に対しては、ESWL を第一選択とし、また、それより大きい結石に対しては、ESWL の前後に endourology の処置を併用して、両者の利点を生かした、より安全で、より質の高い治療が行われるべきであると思われる。そして、開放手術は、尿路の狭窄や奇型を有する症例、endourology の困難な乳幼児例といったごく稀な症例にのみ適用されるべきものと思われる。

ESWL の導入により、腎および尿管結石に対して、身体にメスを加えることなく、治療が可能となった。また、再発の症例や複雑な珊瑚状結石の症例など、従来の治療法では不可能とされていた症例に対しても治療適応が拡大し、さらにハイリスク症例でも、麻酔さえ可能であれば、ほとんど特別扱いをする必要性がなくなり、結石治療に大いなる進歩がもたらされたと言



えよう。

治療直後の stone street の対処と、完全排石までの経過観察の続行は、ESWL をより安全確実なものにするために重要である。さらに、晩期合併症については、常に注意深く観察されなければならない。また、このように結石に対する治療法が進歩した現在でも、やはり結石の発生原因の追求と再発予防の研究は最も重要な課題である。

## 結 語

1985年4月から1987年5月までの約2年間に、1,000名の腎尿管結石患者に対して ESWL を行ったので、ESWL の方法ならびに治療成績、問題点などを報告した。

(1) 腎内小結石に対しては、ESWL 単独療法を行い、大結石や尿管結石に対しては、PNS や PNL、TUL ダブル J カテーテル留置といった内泌尿器的治療 (endourology) を併用した。

(2) 退院時の完全排石率は16%であったが、3カ月以上経過すると、58.4%が完全排石しており、残石わずかな者を含めると84.2%がほぼ満足すべき状態であった。

(3) 大きい合併症として、脊損患者の自律神経過反射に伴う脳出血1例をみたが、概して合併症や副作用の頻度は低く、治療後の苦痛も軽度であった。

(4) 今後腎尿管結石の手術的治療は、ESWL を中心に行われるものと思われるが、stone street の処置や残石の経過観察、ならびに晩期合併症への対応が重要である。

## 文 献

- 吉田 修：日本における尿路結石症の疫学。日泌尿会誌 70：975-983, 1979
- 阿曾佳郎, 高羽 津, 井口正典, 伊集院真澄, 高崎 登, 川村寿一, 田島 惇, 大島伸一, 戎野庄一, 斉藤雅人：第31回泌尿器科中部連合総会シンポジウム。腎結石に対する腎保存手術の適応と予後。泌尿紀要 28：987-1069, 1982
- Alken P, Hutschenreiter G, Gunther R and Marberger M: Percutaneous stone manipulation. J Urol 125: 463-466, 1981
- 斉藤雅人：新しい手術方法。超音波穿刺術による経皮的腎尿管切石術。泌尿紀要 28：1063-1067, 1982
- Marberger M and Stackl W: New developments in endoscopic surgery for ureteric calculi. Br J Urol Supplement 51: 34-40, 1983
- Clayman RV, Surya V, Hunter D, Castaneda-Zuniga WR, Miller RP, Coleman C, Amplatz K and Lange PH: Renal vascular complications associated with the percutaneous removal of renal calculi. J Urol 132: 228-230, 1984
- Kaufman JJ: Ureteral injury from ureteroscopic stone manipulation. Urology 23: 267-269, 1984
- Aso Y, Ohta N, Nakano M, Ohtawara Y and Tajima A: Retrograde removal of upper ureteral and renal calculi under fiber optic control. J Urol part 2, 139: 188A, abstract 103, 1988
- Chaussy C, Brendel W and Schmiedt E: Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. Lancet 2: 1265-1268, 1980
- Chaussy C, Schmiedt E, Jocham D, Brendel W, Forssmann B and Walther V: First clinical experience with extracorporeally induced destruction of kidney stones by shockwaves. J Urol 127: 417-420, 1981
- 丹田 均, 加藤修爾, 坂 丈敏, 大西茂樹, 中嶋久雄, 熊本悦明 体外衝撃波による腎・尿管結石破碎術の臨床経験。日泌尿会誌 76：1770-1783, 1985
- 阿岸鉄三, 高橋通子, 光野賢一：体外衝撃波による腎結石破碎。医学のあゆみ 126：105-108, 1983
- Mueller SC, Wilbert D, Thueroff JW and Alken P: Extracorporeal shock wave lithotripsy of ureteral stones: clinical experience and experimental findings. J Urol 135: 831-834, 1986
- Lingeman JE, Shirrell WL, Newman DM, Mosbaugh PG, Steele RE and Woods JR: Management of upper ureteral calculi with extracorporeal shock wave lithotripsy. J Urol 138: 720-723, 1987
- Hardy MR and McLeod DG: Silent renal obstruction with severe functional loss after extracorporeal shock wave lithotripsy: a report of 2 cases. J Urol 137: 91-92, 1987
- Drach GW, Dretler S, Fair W, Finlayson B, Gillenwater J, Griffith D, Lingeman J and Newman D: Report of the United States cooperative study of extracorporeal shock wave lithotripsy. J Urol 135: 1127-1133, 1986
- 東原英二, 新島端夫, 丹田 均, 加藤修爾, 大西茂樹, 篠崎忠利, 上原尚夫, 中村敏之, 柳沢良三, 東海林文夫, 横山正夫, 吉澤一彦, 荒川 孝, 真下節夫, 塩谷 尚, 田島 惇, 阿曾佳郎, 下 在和, 池田龍介, 工藤卓次, 東 義人, 小林則之, 吉田 修, 池内博和, 山本啓介, 前川正信, 原田益善, 郷司和男, 守殿貞夫, 松尾嘉禮, 水野全裕, 小橋賢二。Extracorporeal Shock Wave Lithotripter の治療成績。昭和61年6月までの本邦集計。日泌尿会誌 78：2189-2194, 1987
- Partney KL, Hollingsworth RL, Jordan WR,

- Beckham D and May CR: Hemophilia and extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* **138**: 393-394, 1987
- 19) Weber W, Wildgans H, Jocham D, Bach P, et al: ESWL therapy: no longer a contra indication for patients with pacemaker: *in vitro* studies and clinical results. 4th World congress on Endourology and ESWL. p. 184, Sept. 11-13, 1986
- 20) Puppo P, Bottino P, Germinale F, Caviglia C, Ricciotti G and Giuliani L: Techniques and results of extracorporeal shock wave lithotripsy in the ureter. *J Endourology* **2**: 1-9, 1988
- 21) 加藤仁司, 東 義人, 小林則之, 井上一正, 堀部 登, 谷村 弘, 高橋 裕: 体外衝撃波による総胆管結石破碎を施行した1例. 胆と膵 **8** 1453-1456, 1987
- 22) Lazare JN, Reinhardt AC and Saltzman M: Renal pelvic pressures during extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* part 2, **137**: 281A, abstract 711, 1987
- 23) Spirnak JP, Bodner D, Udayashankar S and Resnick M: Extracorporeal shock wave lithotripsy in traumatic quadriplegic patients: can it be safely performed without anesthesia? *J Urol* **139**: 18-19, 1988
- 24) Kaude JV, Williams CM, Millner MR, Scott KN and Finlayson B: Renal morphology and function immediately after extracorporeal shock-wave lithotripsy. *AJR* **145**: 305-313, 1985
- 25) Knapp PM, Kulb TB, Lingeman JE, Newman DM, Mertz JHO, Mosbaugh PG and Steele RE: Extracorporeal shock wave lithotripsy-induced perirenal hematomas. *J Urol* **139**: 700-703, 1988
- 26) Lingeman JE, Evan AP, Wood JR and Toth PD: The bioeffects of shock waves and the risk of hypertension following ESWL. *J Urol* part 2, **139**: 291A, abstract 514, 1988  
(1988年7月30日受付)